

Kvantni gen¹

ARTUR ŠTERN

POVZETEK

Pretežni del raziskovanja na področju biologije še vedno ostaja znotraj okvirov klasične kartezijansko-newtonovske paradigme, četudi se je fizika - kot najbolj temeljna naravoslovna znanost - v tem stoletju korenito spremenila. Vendarle pa je na osnovi te sodobne, kvantne fizike vzniknila tudi že nova biološka paradigma z nazivom kvantna biologija, ki pridobiva čedalje večji pomen. Obstaja veliko pristopov k njej, pa tudi veliko možnosti za njeno uporabo. S to novo paradigmo si lahko razlagamo tudi koncept gena, ki je bil v okvirih molekularne paradigme problematičen. Videti je, da kvantna realnost lahko zagotovi nekatere nadaljnje odgovore, ki zadevajo esenco gena - v njenem okviru lahko nanj gledamo kot na dvojno bitnost, in sicer kot na določen delec materije in hkrati potencial. Ali drugače: gen lahko obravnavamo kot konkretno in obenem abstraktno bitnost.

ABSTRACT

THE QUANTUM GENE

Contemporary biological research in this century has by and large remained within the framework of the classical Cartesian and Newtonian paradigm, in spite of profound changes in the most fundamental of natural sciences, i.e. physics. Based on this modern, quantum physics, however, a new biological paradigm, known as quantum biology, has emerged and is now gaining more and more significance. There are several areas of approach to it and several possibilities for its application. This new paradigm can also be employed in accounting for the notion of gene which has been conceptually problematic within the old molecular paradigm. It seems that quantum reality can give some further answers concerning the essence of gene - within its framework it can be regarded as a dual entity, both a particular piece of matter and a potential. In other words, gene is seen as both a concrete and an abstract entity.

¹ Gen je kajpada prevelik, da bi ga v dobesednem smislu lahko stlačili na obseg kvantnega delca, tako da izraz *kvantni* uporabljam le v smislu znanstvenega žargona - dejansko pa pomeni, da je nekaj, kar označujem s tem izrazom, kvantnomehansko. To velja tudi povsod v nadaljevanju, kjerkoli uporabljam navedeni izraz.

1. Kvantna biologija

Medtem ko je šla biologija tega stoletja z velikim uspehom v smer analitičnega razmišljanja in eksperimentiranja, pa je fizika že zelo zgodaj ubrala izrazito drugačno pot. Slednjo ji je narekovalo prav tisto dejstvo, ki ga sicer navaja marsikateri od manj fundamentalnih znanosti kot svoj glavni argument: s teorijo slediti eksperimentalno doseženim aspektom resničnosti. Vendar pa se je vse do nedavnega v glavnem le fizika dejansko držala tega realističnega principa, ki ji je omogočal fleksibilno živost v prinašanju novih konceptualnih odgovorov, medtem ko pa so naprimer biološke znanosti podlegale načelu verjetja v utrjene in torej nedotakljive veljavnosti določenih zakonitosti v naravi. Kar dandanes še preštevili biologi imenujejo *trda znanost*, je za fizike že zdavnaj preseženo – kot vsakršna siceršnja slepa vera². Tako je fizika s svojo kvantno mehaniko že zdavnaj prišla naprimer do spoznanj o alokalnih, nestičnih povezavah med telesi, medtem ko uveljavljena kemijsko-redukcionistična biologija še vedno stoji na svojih navidezno utrjenih temeljih prostorske ločenosti med entitetami. Fizika je, nadalje, prišla celo do stopnje vključevanja opazovalca v sistem, in to kot prav bistvenega dejavnika v vzpostavljanju samega sistema; s tem se je zabrisala meja med objektivnostjo in subjektivnostjo, in obe sferi sta se nenadoma pokazali kot arbitrarni skovanki preteklega, kartezijskega umovanja. Klasična biologija pri tem ponovno, le da še bolj izrazito, zaostaja za napredujočimi dosežki bolj temeljnih naravoslovnih znanosti.

Da bi se vsa ta praznina zapolnila, se je pričela oblikovati nova biološka paradigma, ki je po svoji vsebini kvantnomehanska, po obliki pa holistična (Kortmulder 1987, Cochran 1991, Ho 1993). Njen kvantnomehanski atribut jo dela konceptualno robustnejšo in s tem sposobnejšo pojasnjevati ob preprostih bioloških pojavih tudi nekatere take, ki so se pred njo zdeli parabiološki. Njen holizem pa se kajpada ne zadovoljuje s ponavljanjem udobne kriticizacije *vse je implicirano v vsem*, marveč se loteva konkretnih vprašanj, kaj je v določenih okoliščinah primarnega pomena v tej siceršnji celovitosti vključenosti komponent v univerzum.

Holizem v biologiji ni nekaj novega. Njegov stari in že lep čas ovrženi prednik je vitalizem, mlajši in prepričljivejši pa moderni organicizem (Bertalanffy 1952). Bistvena hipoteza slednjega je, da so zakonitosti nižjega hierarhičnega reda omejene od zakonitosti višjega reda – in medtem ko so prve le potrebni pogoj za delovanje sistema, so slednje pri tem odločilne (Polanyi 1976). V našem konkretnem primeru spadajo v prvo skupino denimo fizikalno-kemijske zakonitosti, v drugo pa fiziološke zakonitosti biologije.

Prvi, ki je v miselnem eksperimentu učinkovito povezal kvantno mehaniko in biologijo, je bil Schrödinger. Zamislil si je naslednji sistem. V poseben prostor bi zaprl mačko, poleg nje pa bi postavili aparaturu, sestavljeno iz Geigerjevega števca, mehanizma s kladivom in steklene ampule s strupeno substanco cianovodikom. V števec bi dali manjšo količino radioaktivnega materiala, na števec pa bi bil pritrtjen mehanizem, ki bi v primeru radioaktivnega razpada že enega samega atoma substance sprožil kladi-vo, da bi udarilo po ampuli s strupom, ki bi se razširil po prostoru in ubil mačko. Dokler nihče ne bi pogledal, ali je mačka živa ali ne, bi bila edina možna izjava ta, da je živa s tako in tako verjetnostjo – ki se kajpada vsak naslednji trenutek zmanjša (Schrödinger 1935). Namen opisanega teoretičnega eksperimenta je bil pokazati paradoks in prav-

² Paradigmatična je naslednja anekdota, ki sega že v leto 1845. Trije mladi fiziologi, bodoči sloviti znanstveniki – Bois-Reymond, Brücke in Helmholtz, so si svečano prisegli, da se bodo z vsemi močmi borili proti vitalizmu in dokazali, da ni v organizmu nikakršnih drugih sil kot le fizikalno-kemijske. Pri tem pa niso uvideli svoje paradoksalne kontradiktornosti – s samim dejstvom, da so skovali ta načrt, so se mu vsebinsko že tisti hip tudi izneverili (Jonas 1993).

zaprav celo nesmiselnost uporabe principa nedoločnosti, ki vlada v subatomske svetlu, tudi na ravni makrosistemov (Brown 1993). Po drugi strani pa se zdi, da je ravno omejenost situacija lahko izhodišča za razmišljanje o tem, kako iz subatomske ravni in njene sfere nedoločnosti v trenutku lahko pride do preskoka v naš svet srednjih dimenzij. In tako si nam niti ni več treba zamišljati mehaničnih aparatov, kot je omenjena, temveč si lahko podobne situacije, v katerih se pojavlja opisani *pomnožitveni učinek*, predstavljamo kot vseskozi spontano delujoče znotraj običajnih organizmov³. Ustrezna primera sta fenomen vida in fenomen mišične kontrakcije. Ōko s svojo mrežnico hipoma reagira že na en sam foton, v nekaj stotinkah sekunde zatem pa pride ta signal tudi že do centralnega živčnega sistema. Pri mišični kontrakciji pa gre za koordinacijo hkratnega drsenja velikanskega števila filamentov znotraj celic, kot tudi za usklajenost delovanja med temi celicami - v obeh primerih je klasična biokemijska razlaga nezadovoljiva (Ho 1993). Po isti logiki spadajo sem tudi vsi drugi fiziološki pojavi v celicah in na njihovih medsebojnih relacijah. Ena najzanimivejših tem s tega področja pa je verjetno obravnavo samih možganov kot kvantnomehanskega sistema (Lockwood 1989).

V sodobni biologiji je kvantna mehanika našla svoj stik s klasičnimi gledanji na področju eksperimentalnih raziskav bioelektromagnetnih ekscitacij oziroma oscilacij (Fröhlich 1988, Cochran 1991, Vitiello 1992, Ho 1993). Ta biofizikalna teorija izhaja iz že predhodnih ugotovitev, da narava snovi, tako nežive kot tudi žive, ni le korpuskularna, marveč hkrati tudi elektromagnetna - pri čemer gre za znani dualizem, ki so ga sprva opazili pri svetlobi, nato pa je bila v okviru kvantne fizike njegova veljavnost razširjena tudi na vso znano materijo. Če pa govorimo le o silah, ki nastopajo znotraj molekul in med njimi, tedaj elektromagnetne sile po pomembnosti sploh daleč prevladujejo nad vsemi drugimi. Življenje poganjajo pravzaprav izključno elektroni, ki se kasadno pomikajo z višjih energetskih ravni na nižje (Ho 1993: 101).

Pri neživi snovi velja, da pri zelo nizkih temperaturah, ko molekularni nered ali entropija izgine, preneha probabilistično vedenje molekul in se namesto njega pojavi kolektivno vedenje v skladu z zakoni dinamike. V takšnih razmerah kaže dana materija nenavadne lastnosti, kot sta superfluidnost - kjer se vse molekule danega sistema premikajo kot ena sama; in nadprevodnost - kjer velja, da pri prevajanju elektrike ni nikakršnega upora. Red, ki je pri tem dosežen, je statičnega tipa. Na drugi strani pa poznamo tudi dinamični red, kakršnega ponazarja naprimer delovanje laserja. Do neke stopnje, ko je energija, ki jo dovajamo, še pod tako imenovanim laserskim pragom, deluje laser s sistemom zrcal v svoji notranjosti kot nekakšna luč; ko pa je prag presežen, pričnejo vsi atomi iz njegove notranjosti oscilirati hkrati, iz česar nastane milijonkrat močnejši žarek od tistega, ki ga seva posamezni atom. V pričujočem primeru govorimo že o kvantnofizikalnem pojavu, kajti pri klasični fazni tranziciji se dogodki odvijajo počasi, tu pa izredno hitro. Isti argument je mogoče uporabiti tudi za trditev, da so biološki pojavi v svojem bistvu kvantni, kajti v biologiji je znanih veliko primerov bliskovitega poteka reakcij, ki jih ni mogoče razložiti z nobenim klasičnim fizikalnim ali kemijskim pristopom, pač pa jih lahko primerjamo z opisanim delovanjem laserja, le da gre pri njih kajpak za metabolično črpanje in kopičenje energije - tudi tu vse do praga, kjer nastopi koherentna ekscitacija (Ho 1993: 87-90).

Pri fenomenu koherentnih oscilacij gre za poudarjeno delovanje z distance, ki obstaja tako znotraj celic kot tudi med njimi (Pollock in Pohl 1988, Grundleider in Kaiser 1992). Nekateri biofiziki odkrivajo kvantnomehansko naravo življenja na ravni molekul

³ Tudi iz teorije kaosa je znan fenomen, ki ponazarja nekaj analognega in se imenuje *metuljev efekt*: iz začetnega pojava minimalnih razsežnosti, kot je utripanje metuljevih kril, pride lahko do orkanskega neurja velikanskih geografskih dimenzij.

in ena od njihovih ugotovitev je, da lahko posamezna molekula s svojimi vibracijami, tako imenovanimi *fononi*, v hipu razišče vse druge molekularne strukture v celici in se tako v njej pravilno orientira ter oblikuje ustrezne povezave z drugimi molekulami (Lieberman et al. 1989), kar imenujejo tudi z izrazom *kvantno molekularni računalnik*. Fononi naj bi raziskali celično celoto, nato pa bi se absorbirali na ustreznem akceptorju in se obenem partikularizirali. Biološki molekularni sistemi kot kvantnomehanski računalniki imajo po nekaterih zagotovilih tudi bistveno večje sposobnosti od klasičnih paralelnih računalnikov (Conrad 1993). V zvezi s tem tudi ugotavljajo, da se elementi ogljik, vodik, dušik in kisik, ki se v omenjenem zaporedju glede na biološko pomembnost pojavljajo v najvažnejših strukturah živih bitij, v enakem vrstnem redu nahajajo tudi na razvrstitveni lestvici elementov z najnižjo toplotno kapaciteto, ki je naslednja: C, H, B, N, Si, O... Očitno je torej, da so prav nukleinske kisline in proteini idealni za izražanje subtilnih valovnih kvantnih pojavov - ti so namreč bolj izraziti pri strukturah z nizko toplotno kapaciteto (Cochran 1991, Miller 1992). Kvantne značilnosti ščitijo te strukture pred termalnim neredom iz okolja, tako da lahko nemoteno opravljajo svojo pomembno biološko funkcijo (Cochran 1993).

Na kvantno raven sega tudi hipoteza, ki ponuja tako imenovano parafizikalno ali paraelektromagnetno interpretacijo. Njena avtorja, za razliko od avtorjev prej naštetih hipotez, sicer ne ponudita fizično eksperimentalno dokazanih oscilacij, temveč sklepata o njih glede na učinek. V svojo podporo tudi ne navajata nikakršnih fizikalnih polj, temveč eksplicitno izjavljata, da gre tu za imaginarna polja - pri čemer pa je zlasti pomembno, da govorita o nestični povezanosti celo med organizmi, kot tudi med njimi in okoljem - dogajanja pa poskušata razlagati s paraelektromagnetno resonanco med udeleženiimi entitetami (Kortmulder 1987, Kortmulder in Spray 1990).

Nadaljnja hipoteza, ki se je pojavila v okviru kvantne teorije polja, pa uvaja gledanje, da je to polje izoblikovano v filamentozne silnice, na katere se šele sekundarno pričvrstijo dipoli materije. Filamentozno elektromagnetno polje v organizmih je po tej interpretaciji centralna entiteta, ki ureja in koordinira kemijske procese v celici - oblikuje naprimer nastanek in razgradnjo mikrofilamentov in mikrotubulov. Če se frekvenca elektromagnetne niti resonančno ujame s frekvenco okoliške molekule, jo privleče na zunanjo površino in jo obenem tudi orientira. V tem nitastem polju se kemijske reakcije urejajo in povezujejo med seboj z resonančno indukcijo. Prav to nitasto polje bi lahko predstavljalo kvantnomehanski računalnik, delujoč na ravni celice (del Giudice et al. 1988, Vitiello 1992).

Vse te razprave je moč povezati v pojem *morfofenetskega polja* modernih organizmov, v katerem vidijo osnovni dejavnik za pojav biološke oblike (Goodwin 1985, Lambert in Hughes 1988). S tem pojmom označujemo predvsem določen abstraktni vzorec oscilacij, ki vsebuje nešteto konkretnih polj koherentnih oscilacij v konkretnih organizmih. S staršev na potomce torej prehaja morfofenetsko polje z neko ustrezno strukturo. To polje s svojimi variacijami je strukturirano na točki svoje dinamične stabilnosti, podobno kot je oblikovan vodni vrtinec. Relativno stabilen vzorec polja je značilen za neko vrsto živih bitij, njegove bolj temeljne komponente za rod, še bolj osnovne za družino - in tako dalje. Vendar pa tu ni rečeno, da so vsi taksoni neke ravni med seboj tudi približno enako sorodni s historičnega vidika. Po tem kriteriju sta lahko zelo skupaj naprimer dve družini s podobnim vzorcem morfofenetskega polja, ki ju klasična neodarvinistična taksonomija sploh ne bi uvrstila v isti red. Morfofenetsko polje torej predpostavlja tako imenovano racionalno taksonomijo, kot jo ima naprimer kemija, in ne taksonomijo historičnih naključij, ki označuje sodobno neodarvinistično biologijo (Goodwin 1982). S tem smo prišli do entitete, ki nas lahko že takoj spominja na gen, saj se prav tako kot on replicira. Vendar pa ima že v zasnovi nekatere prednosti

pred materialističnimi modeli gena - ni ne statično (lastnost, ki smo jo srečali tako pri sebičnem, kot pri molekularnem genu in naposled le presegli z modeli evolutivnega materialnega gena (Štern in Jerman 1994)) in tudi ne podlega kritiki, ki zahteva replikatorjevo substanco, katera se dejansko podvaja, ne da bi prihajalo do diskontinuitete (tega kriterija pa ni zadovoljeval tudi nobeden od modelov materialnega gena kot evolutivne bitnosti (Štern in Jerman 1994)). Gen kot materialna entiteta po pričujočem pogledu lahko ostane kvečjemu materialni vzrok⁴ reproduksijskih in vseh drugih življenjskih procesov, medtem ko je nosilec formalnega vzroka pač morfogogenetsko polje (Jerman in Štern 1993).

Spričo dejstva, da je morfogogenetsko polje zelo široko vzeta entiteta; da gre v enem - pač skrajnem - od njegovih pojavnih pomenov celo samo za abstrahirani vzorec in potemtakem za fizično neobstoječo bitnost; in ker je zanj tudi sicer značilna obča prisotnost na najrazličnejših ravneh vse od globinskih, ki opredeljujejo najširše taksonomske skupine živih organizmov, pa do površinskih, ki so podlaga posameznim biološkim vrstam - se pokaže potreba po uvedbi nekega novega pojma, ki bi reševal problem te preširoke pomenskosti obravnavanega izraza.

2. Koncept kvantnega gena

Koncept kvantne biologije rešuje problem diskontinuitete pri podvajanju DNA, do katerega je v preteklosti pripeljal strogi materializem. Tako kot obstaja med dvema soizvornima fotonoma stalna alokalna zveza⁵, tudi če je njuna medsebojna razdalja tako velika, da je merljiva v svetlobnih letih - enako velja v principu tudi za podvojeno DNA. Soizvornost dveh sekvenc, ki ima zdaj v naši zavesti prvič tudi svojo fizično podstat, s tem dobi tudi nek realen pomen.

Ta novi pogled nas lahko navda z ambicijo, da bi poslej na vse materialno pričeli gledati iz globlje perspektive⁶. Poskus, da bi namesto gena kot materialne bitnosti za pojasnjevalni koncept v naravoslovju vpeljali *gen kot informacijo*, vzeto v klasičnem smislu, se hitro pokaže za neplodno početje. Tovrstna oblika informacije je namreč resda nematerialna in zato tudi vzdrži del ugovorov, ki jih materialistični modeli ne - namreč glede ohranitve svoje istovetnosti tudi po replikaciji; vendar pa zanjo ob tem velja tudi to, da se pri še tako izdatnem razmnoževanju njenih nosilcev sama niti za las ne pomnoži ali poveča. Njena druga pomanjkljivost pa se kaže v zvezi z evolucijsko bistvenim fenomenom spremenljivosti in je v tem, da zanjo ne veljajo postopni načini spreminjanja, tako značilni za biološko evolucijo, marveč se lahko spreminja samo skokovito, in ob tem povrh sploh ne kaže več nujno kakršnekoli istovetnosti s svojo predhodno obliko (Jerman in Štern 1993).

Ob združitvi modelov gena kot evolutivne materialne bitnosti ter koncepta tukajšnje nematerialne, a do zdaj še rigidno, nedinamično pojmovane informacije, pa

⁴ Pri tem se navežujem na Aristotelovo delitev vzrokov na materialne, učinkujoče, formalne in smotnostne.

⁵ Ta zveza je izražena skozi dejstvo, da je spin, rotacijski moment, ki ga izmerimo pri enem od dveh soizvornih fotonov, vselej obraten spinu drugega, četudi sta oba prostorsko veliko bolj narazen od največje možne distance, ki jo v danem času še lahko prepotuje najhitrejša možna znana nosilka informacije, svetloba. Pojav je znan pod imenom *paradoks EPR*. V teh pogojih zato lahko govorimo o prenosu informacij, ki poteka s hitrostjo, onstran svetlobne. Pri tem gre za načelo alokalnosti oziroma sinhronosti (Stapp 1988, Jung 1990).

⁶ Pri tem sta možni vsaj dve sferi kot izhodišči za tako globinsko zrenje. Prva je energetska in temelji na ugotovitvah iz teorije relativnosti, da je vsa masa v resnici samo energija - celo za naše običajno dožemanje tako gosti delci, kot so protoni in nevtroni iz atomskih jeder, niso nič drugega kot z vrtočlavo hitrostjo krožeča energija. Druga sfera pa je informacijska.

prispemo na višjo raven razlagalnosti. Skozi izkušnjo z evolutivnimi materialnimi geni prihajamo do stopnje, ko tudi informacijo pričenmo jemati kot dinamično bitnost z vso njeno preteklo zgodovino, njeno trenutnostjo, kot tudi s potencialom za prihodnost. Tovrstni gen tedaj predstavlja svojo sedanjost, preteklost in prihodnost. Ontologija potencialov sicer še vedno ni do konca dorečeno področje, toda pragmatično znamo v našem biološkem okrožju zlahka najti primere malone realnih potencialov - ti so pač tisti, ki se uresničujejo z veliko večjo verjetnostjo od onih drugih. Iz določenega zrna lahko zraste načelno le določen tip rastline; lahko pa se podamo celo v filogenetično sfero - tudi tam lahko vsaj okvirno napovemo dogodke, kot naprimer, da se iz konja ne more razviti sončnica; da pa je v primerjavi s tem relativno večja verjetnost, da se iz povprečnega primata lahko ponovno razvije neko človeku podobno bitje. Gen kot ta nova fleksibilna informacija, kot potencial, naseljuje vso biosfero. Njegovi osnovni funkciji sta, kot pri vsakem drugem modelu gena, samoreprodukcija in učinek na fenotip organizma - in slednja se, kot vselej, krožno vrača v vsebino prve. A čeprav so nekateri materialni geni navzven enaki nekaterim drugim, spričo svoje pozicije na obrobju dogajanja nimajo skoraj nobene možnosti, da bi se kdaj izrazili še v svoji funkciji učinka na fenotip. To velja za številne nedejavne predele kromosomov v celicah, katere ne potrebujejo njihove aktivnosti. In do neke mere velja tudi za recesivne gene, da v določenih okoliščinah - naprimer, ko v populaciji številčno daleč prevladujejo dominantni geni - nimajo skoraj nikakršne možnosti, da bi kdajkoli prišli do izraza. To pomeni, da so ti geni, če razmišljamo v okvirih posameznikov, zelo daleč od svoje eksplicitnosti. Po drugi strani pa vemo, da so lahko na ravni populacije dragocen potencial za njeno preživetje prav tovrstni, tako imenovani tihi geni.

Kakor hitro smo pričeli pripisovati potencialom tako velik pomen, nas ta začetni moment lahko potegne še dalje, v pravi preskok dioptrije, in se pričnemo zavedati alternativne možnosti obstoja v univerzumu. Namesto substance⁷ je že Heraklit ponudil gibanje kot osnovni dejavnik obstajanja, in podobno je mogoče zdaj gledati na potenciale kot na primarno, gibajočo se bitnost, ki obstaja še pred vsakršno substancialnostjo (Leclerc 1958, Štern in Jerman 1993).

Ponuja se nam analogija s kvantno mehaniko, kjer soobstoj možnosti izražamo z ustrežajočimi rešitvami valovne funkcije. Predpostavljamo torej, da lahko s podobnim formalnim aparatom tudi v biologiji izrazimo implicitne dimenzije gena. Gen kot kos materialnega poslej predstavlja le del, in to sploh ne središčni, dimenzionalnosti celotnega gena kot potenciala. Okrog prvega, ki je ekspliciten, se tako nahajajo številne hkrati obstoječe možnosti, katere je v fizikalnem kvantnomehanskem smislu mogoče izraziti z ustrežajočimi jim rešitvami valovne funkcije gena⁸ in ki pripadajo raznim ravnam implicitnega. Pod implicitno dimenzijo razumem fizikalno-filozofsko vseobsežnost, ki predstavlja ontološko podstat vse eksistence, teoretično utemeljeno na kvantni fiziki. To misel je dalje razdelal Bohm, ki je to raven biti imenoval *implikatni red*⁹.

⁷ Ponavadi govorimo o Parmenidu in Zenonu kot zagovornikih enovite in negibljive substance. Razen njiju, ki sta načelo negibljivosti prignala do skrajnosti, pa je večina poznejših mislecev, začenši z Empedoklejem, Anaksagorom in Demokritom, ki so sicer iskali harmonično povezavo med tem principom in na drugi strani heraklitovskim tokom, spet zapadala v obravnavanje substance kot primarne bitnosti pred gibanjem (Sovre 1988). Dediščina tega gledanja je na zahodu povsem očitna še dandanes.

⁸ Valovna funkcija gena je rešitev Schrödingerjeve enačbe, ki bi jo dobili, če bi kvantnomehansko obravnavali gen. Kvadrat te funkcije bi pomenil verjetnostno porazdelitev za lokacije posameznih atomov nekega gena.

⁹ Pri izrazih *implikatni* in *eksplicitni* gre za poudarjen vidik kategorialnosti, ki jo izražata. Čeprav bi tudi ustajena pridevnika *implicitni* in *eksplicitni* spričo svoje slovnične pripadnosti k vrstnim pridevnikom lahko že dokaj jasno nakazovala, da ne gre le za neko površinsko navrženo kakovostno lastnost - pa omenjena izraza, ki ju prenašamo iz originala (Bohm 1982), to označujeta še toliko bolj trdno.

Delci substance se znotraj tega reda nahajajo v svoji primarni, implicitni obliki, preden pride do kolapsa njihove valovne funkcije, kateri pomeni njihov prestop v sfero eksplikatnega ali v eksplikativni red. V slednjega pa sodi vse, kar obstaja in kar se dogaja, tako v objektivnem svetu kot tudi v subjektivnem doživljanju slehernega opazovalca - a po pričujoči hipotezi je vse to še vedno samo droben del, oziroma le en aspekt med neizmernim številom drugih, ki sestavljajo implikatni red (Bohm 1982). Znotraj implikatnega reda naj bi obstajalo *hologibanje*, ki je definirano kot totalnost, v katero niso vključeni le procesi, ki spričujejo tiste kvazistabilne lastnosti, katere lahko zaznavamo neposredno ali z instrumenti, temveč spadajo sem tudi drugi, nadvse hitri in prehodni procesi, za katere so današnje naprave neobčutljive (Hiley 1989). S hipotezo o implikatnem redu, ki še ni splošno sprejeta, ima pa kljub temu veliko zagovornikov, bi bilo moč podpreti realni ontološki status potencialov (Štern in Jerman 1994).

Vsi potenciali pa seveda niso že kar genetična informacija, temveč za slednjo izpolnjujejo kriterij le tisti, ki ob svojem uresničenju dosežejo neko temeljito transformacijo - to pa je nek fiziološki učinek v celici oziroma organizmu, ki temelji na spremembi v sferi reprodukcije gena ali pa proizvodnje neke nove substance. V vsakem primeru pa je pojem *temeljita transformacija* še vedno dogovoren, saj so lahko tudi manjše fluktuacije vzrok večjim in obsežnejšim spremembam.

Gen po tukajšnjem konceptu, ko nanj več ne gledamo kot na materialno bitnost, temveč s pozicije kvantne mehanike, postane alokalna entiteta. To pa pomeni, da ločenih kosov genetične materije - v primeru, da so njihovi potenciali enaki - ne kaže več obravnavati kot takih, marveč kot en sam gen. Rezultat je podoben nekaterim prejšnjim, le da naša tukajšnja entiteta ne podlega več problemom abstrakcije. Alokálnost, utemeljena na kvantni mehaniki, daje genu končno tisto utrjeno vsebino realne in univerzalne bitnosti. Gen v tej obliki pa je obenem tudi najbližji naši siceršnji intuiciji.

Po pričujoči interpretaciji je gen pridobil dvojno naravo, značilno za kvantne delce. Po svoji delčni plati je kot vesoljni gen še vedno partikulariziran v nešteto replik, po svoji valovni, implikatni plati pa ga lahko obravnavamo kot eno samo bitnost. Gen je torej hkrati abstrakten in konkreten. S tem se znova potrди tudi veljavnost modelov gena kot evolutivne bitnosti (Štern in Jerman 1994).

Reference

- Bertalanffy L. Problems of life. London: Watts and Comp, 1952.
- Bohm D. Wholeness and the implicate order. London, Boston and Henley: Routledge & Kegan Paul, 1982.
- Brown JR. The laboratory of the mind. London: Routledge, 1993.
- Cochran AA. Living organisms and quantum-mechanical wave properties of matter. *Journal of Biological Physics* 1991; 18: 11-7.
- Cochran AA. Quantum wave predominance in proteins. *Nanobiology* 1993; 2: 31-6.
- Conrad M. Emergent computation through self-assembly. *Nanobiology* 1993; 2: 5-30.
- del Giudice E, A Doglia, M Milani. Structures, correlations and electromagnetic interactions in living matter. Biological coherence and response to external stimuli. Berlin: Springer Verlag, 1988: 49-64.
- Fröhlich H. Theoretical physics and biology. Biological coherence and response to external stimuli. Berlin: Springer Verlag, 1988.
- Goodwin BC. Development and evolution. *Journal of Theoretical Biology* 1982; 97: 43-55.
- Goodwin BC. Developing organisms as self-organizing fields. Mathematical essays on growth and the emergence of form. University of Alberta Press, 1985: 185-200.
- Grundledner W, F Kaiser. Experimental evidence for coherent excitations correlated with cell growth. *Nanobiology* 1992; 1(2): 163-76.
- Hiley BJ. Cosmology, EPR correlations and separability. V: Kafetsos M (ur.). Bell's theorem, quantum theory and conceptions of the universe. Dordrecht: Kluwer, 1989: 17.
- Ho MW. The rainbow and the worm. Singapore: World Scientific, 1993.

- Jerman I, A Štern. Od replikatorja k toku - vpeljava novega biološkega pojma. *Anthropos* 1993; 5-6: 128-45.
- Jonas H. The imperative of responsibility. Chicago & London: The University of Chicago press, 1993: 205.
- Jung CG. Sinhronicitet: načelo neuzročnog povezivanja. V: Tumačenje prirode i psihe. Zagreb: Globus, Prosvjeta, 1990.
- Kortmulder K. Some remarks on the significance of David Bohm's views for biology. *Acta Biotheoretica* 1987; 36: 275-80.
- Kortmulder K, Spray TE. The connectedness of all that is alive and the grounds of congenership. *Rivista di Biologia* 1990; 83 (1): 107-27.
- Lambert DM, AJ Hughes. Keywords and concepts in structuralist and functionalist biology. *Journal of Theoretical Biology* 1988; 133: 133-145.
- Leclerc J. Whitehead's metaphysics. London: George Allen & Unwin, 1958: 96.
- Liberman EA, SV Minina, NE Shklovsky-Kordi. Quantum molecular computer model and a pathway to the union of sciences. *BioSystems* 1989; 22: 135-54.
- Lockwood M. Mind, brain and the quantum. Oxford: Blackwell, 1989.
- Miller DA. Agency as a quantum-theoretic parameter - synthetic and descriptive utility for theoretical biology. *Nanobiology* 1992; 1: 361-71.
- Polanyi M. Life's irreducible structure. *Topics in philosophy of biology*. Dordrecht: Riedel, 1976: 128-141.
- Pollock JK, DG Pohl. Emission of radiation of active cells. Biological coherence and response to external stimuli. Berlin: Springer Verlag, 1988: 139-47.
- Schrödinger E. The present situation in quantum mechanics. V: Wheeler J, W Zurek (ur.). *Quantum theory and measurement*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1935.
- Sovre A. Predsokratiki. Ljubljana: Slovenska matica, 1988.
- Stapp HP. Quantum nonlocality. *Foundations of Physics* 1988; 18 (4): 427-48.
- Štern A, I Jerman. Altruizem v luči paradigme sebičnega gena in kvantno mehanske biologije. *Anthropos* 1993; 3-4: 253-66.
- Štern A, I Jerman. Novi pojmovni modeli gena. *Anthropos* 1994; 5-6: 188-213.
- Vitiello G. Coherence and electromagnetic fields in living matter. *Nanobiology* 1992; 1 (2): 221-8.